

明 細 書

発明の名称

接合検査装置及び方法、並びに接合検査方法を実行させるプログラムを記録した記録媒体

5 技術分野

本発明は、例えば電子回路実装の分野におけるフリップチップ、BGA（ボールグリッドアレイ）、CSP（チップスケールパッケージ）などのように電子部品の裏面に電極がある電子部品を含む表面実装部品の電極と回路基板の電極との間のろう接状態を、X線透視画像で検査する、接合検査装置及び方法、並びに上記接合検査方法を実行するプログラムを記録した記録媒体に関する。

背景技術

近年、携帯情報機器等の電子機器の市場では商品の小型・軽量化が求められており、電子機器を構成する回路基板に対しても小型・軽量化の要望が強くなっている。そのため、電子部品の裏面に電極を設けることによりパッケージサイズを小型化したBGAや、それをさらに小型化して半導体ベアチップと同じくらいの大きさにしたCSPなどのパッケージ部品、さらにはパッケージ化せずに半導体ベアチップの bumps 電極を介して回路基板上に直接実装するフリップチップ実装が広く採用されつつある。

ところが、上記BGA、CSP等のフリップチップの電子部品では電極の接合部が部品の下側にあり、外からは見えないため、従来のリード付き電子部品のように接合部の外観検査ができないという問題があり、X線等を用いた非破壊検査の実現の必要がある。

この要請に応える従来の透過型X線検査機を用いた、部品実装済の回路基板における電子部品の電極と当該基板の電極との接合の良否を検査する方法としては、部品実装後の上記回路基板にX線を垂直に照射するように配置したX線発生器と、当該回路基板を透過したX線を検出するX線検出器とにより、回路基板及び回路基板上の電子部品を透過したX線を画像に変換して、目視、又は画像認識装置による自動検査により、接合部分の位置ずれ、電極間のショート、半田等の接合材

の過不足やボイド、半田ボールの飛散や異物の混入等を検査していた。

上記電子部品と上記回路基板との接合材は、一般にX線の吸収率が高い鉛や錫等の重金属材料が使われているので、X線透視画像では上記接合材が黒く写り、該接合材の周辺部と区別することが出来る。特に、半田等の上記接合材の過不足を検出するためには、上記接合材の厚さを3次元的に求める必要があり、物質を透過するX線量は物質の厚さに対して指数関数的に減衰するため、検査対象物の厚さとX線透視画像の濃度の関係を求める工夫が必要であった。

しかし、従来の技術では、物質を透過するX線量は物質の厚さに対して指数関数的に減衰するという性質と、撮像系による画像の濃度のダイナミックレンジ及び分解能の制限により、図12に示すように、厚い対象物に合わせてX線の蓄積時間を長く取ると、薄い対象物のX線画像は画像の濃度のダイナミックレンジを超えて飽和してしまう。逆に、薄い対象物に合わせてX線の蓄積時間を短くすると、厚い対象物のX線画像は画像の最低濃度信号以下となり、計測出来ないという問題点があった。

又、上記透過型X線装置による両面実装回路基板の検査では、回路基板の表面の部品と裏面の部品とが重なって写るため、通常の撮像方法及び認識方法で検査することが困難であるという問題点があった。

さらに又、基板の両面に部品が実装された両面実装基板のX線を用いた検査方法としては、部品実装後の回路基板にX線を斜めから照射するように配置したX線発生器と、当該回路基板を透過したX線を検出するX線検出器とを、それぞれ基板と平行な平面上で互いに同期して回転させ、基板の一定の高さに焦点を合わせてそれ以外の高さの異なる面を回転動作でばかすことにより基板の水平断面画像を得る方法がある。又、両面実装基板の表側と裏側とを個別に検査できるX線ラミノグラフィーと呼ばれる手法を用いたX線検査方法も実用化されているが、仕組みが複雑なため高価になり、研究レベルでは使えるが量産工場ではコスト面での問題を有していた。

この対策として、構造が単純な画像差分を用いたX線検査方法が、両面実装基板の検査方法として検討されている。この手法は、図27及び図28に示すよう

に片面（A面）しか部品が実装されていない状態におけるX線透過画像を予め保存しておく。そして、基板の裏側（B面）に部品を実装した後、両面に部品が実装された状態の基板のX線透視画像より、保存しておいた上記片面（A面）実装の基板のX線透視画像を差し引くことにより、裏面（B面）のみの画像を得ようとするものである。

しかしながら、このような画像差分を用いた技術では、片面実装基板の大容量のX線画像を保存して置かなければならないだけでなく、片面実装における基板と両面実装後の基板とが同一基板であることを確認する必要があり両者を一対一で完全に対応させる必要があるという問題を抱えていた。

さらに、一対一で同一基板の画像を合わせたとしても、リフロー等を用いた半田付け作業の中で、基板の反りが発生し、画像間にズレが発生してしまう。よって、上記透視画像の差し引きを行っても、例えば上記裏面のみの完全な画像が得られるとは限らず、ノイズを含んでしまうという問題があった。即ち、両面実装基板のX線透視画像と片面実装基板のX線透視画像の間で、位置的なズレが発生し、その分がノイズとして残ってしまい、正しい検査の判定が出来なくなってしまうという問題を有し、画像差分を用いたX線検査方式は、これまで実用レベルには至っていなかった。

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、装着された部品の接合部分の検査精度を従来に比べて向上可能な接合検査装置及び方法、並びに接合検査方法を実行させるプログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明は、上記目的を達成するため、以下のように構成している。

本発明の第1態様における接合検査装置は、部材間の接合部分に照射条件を不変として放射線を照射する照射部と、

上記接合部分を透過した上記放射線を可視光に変換するシンチレータと、

上記シンチレータから発した上記接合部分の透視画像について蓄積時間を異な

らせて複数回の撮像を行う撮像装置と、

上記撮像装置から供給される、上記蓄積時間の互いに異なる複数の上記接合部分の透視画像について、上記透視画像における明るさの濃度と上記接合部分の厚みとの関係に基づいてそれぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像
5 に対応して副厚さ画像を作成する副厚さ画像生成装置と、

複数の上記副厚さ画像を加算して上記接合部分の厚さ合成画像を作成する合成
画像生成装置と、

を備え、上記接合部分の接合検査を行う。

又、上記合成画像生成装置は、上記複数の副厚さ画像からそれぞれ有効部分の
10 みを抽出し該有効部分を集めて厚さ合成画像を作成することもできる。

又、上記画像生成装置は、上記接合部分が上記放射線の照射方向に沿って一つ
存在するとき、それぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像に対応
して第1副厚さ画像を作成するとともに、さらに上記接合部分が上記放射線の照
射方向に沿って重なり合って複数存在するとき、上記接合部分が重なり合った状
15 態における、それぞれの上記蓄積時間の異なるそれぞれの上記透視画像に対応し
て第2副厚さ画像を作成し、

上記合成画像生成装置は、複数の上記第1副厚さ画像を加算して第1厚さ合成
画像を作成するとともに、複数の上記第2副厚さ画像を加算して第2厚さ合成画
像を作成し、上記第2厚さ合成画像から上記第1厚さ合成画像を差し引いて上記
20 厚さ合成画像を作成することもできる。

又、上記接合部分が板状体において対向する一方及び他方の面に存在するとき、
上記第1厚さ合成画像は上記一方の面における上記接合部分に対応し、上記第2
厚さ合成画像は上記一方及び他方の両面における上記接合部分に対応し、上記第
2厚さ合成画像から上記第1厚さ合成画像を差し引くことで上記他方の面におけ
25 る上記接合部分における厚さ合成画像が求まるように構成することもできる。

又、上記合成画像生成装置は、複数の上記第1副厚さ画像からそれぞれ有効部
分のみを抽出し該有効部分を集めて上記第1厚さ合成画像を作成し、かつ複数の
上記第2副厚さ画像からそれぞれ有効部分のみを抽出し該有効部分を集めて上記

第2厚さ合成画像を作成することもできる。

又、上記透視画像における上記明るさの濃度と上記接合部分の厚みとの上記関係は、上記接合部分と同じ放射線透過率を有する材料にて製作した予め厚さの分かっている教示治具を用いて得られるように構成することもできる。

5 又、本発明の第2態様における接合検査方法は、部材間の接合部分に照射条件を不変として放射線を照射して、上記接合部分を透過した上記放射線を可視光に変換し、

上記可視光が表す上記接合部分の透視画像について蓄積時間を異ならせて複数回の撮像を行い、

10 上記蓄積時間の互いに異なる複数の上記透視画像について、上記透視画像における明るさの濃度と上記接合部分の厚みとの関係に基づいてそれぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像に対応して複数の副厚さ画像を作成し、

上記複数の副厚さ画像を加算して厚さ合成画像を作成し、上記接合部分の接合検査を行う。

15 又、本発明の第3態様における、上記第2態様の接合検査方法を実行するプログラムを記録した記録媒体は、部材間の接合部分に照射条件を不変として放射線を照射して、上記接合部分を透過した上記放射線を可視光に変換する処理、

上記可視光が表す上記接合部分の透視画像について蓄積時間を異ならせて複数回の撮像を行う処理、

20 上記蓄積時間の互いに異なる複数の上記透視画像について、上記透視画像における明るさの濃度と上記接合部分の厚みとの関係に基づいてそれぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像に対応して複数の副厚さ画像を作成する処理、

25 上記複数の副厚さ画像を加算して厚さ合成画像を作成する処理、
を記録した。

上述したように、本発明の第1態様の接合検査装置、第2態様の接合検査方法、及び第3態様の記録媒体によれば、副厚さ画像生成装置及び合成画像生成装置を備え、蓄積時間の互いに異なる複数の透視画像について、該透視画像における明

るさの濃度と接合部分の厚みとの関係に基づいてそれぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像に対応して副厚さ画像を作成し、複数の上記副厚さ画像を加算して上記接合部分の厚さ合成画像を作成するようにした。よって、それぞれの上記副厚さ画像においては、画像濃度のダイナミックレンジを超えた部分、及び画像の最低濃度信号以下となった部分は存在せず、このような各副厚さ画像を加算することで、接合部分の厚みを高精度で検査することが出来る。

又、上記それぞれの副厚さ画像から有効部分のみを抽出して厚さ合成画像を作成することもできる。このように構成することで、さらに、撮像系による画像の濃度のダイナミックレンジ制限を超えて接合部分の厚みを高精度で検査することが出来る。

又、上記動作の応用として、接合部分が放射線の照射方向に沿って重なり合って複数存在するときであっても、まず第1厚さ画像を求め、次に第2厚さ画像を求めて、第2厚さ画像から第1厚さ画像を差し引いて厚さ合成画像を得るように構成することで、照射方向に沿って重なり合って存在するそれぞれの接合部分について、その厚みを高精度にて検査することができる。

さらに又、本発明の第4態様における接合検査装置は、接合部分に放射線を照射する照射装置と、

上記接合部分を透過した上記放射線を可視光に変換するシンチレータと、

上記シンチレータから発した上記接合部分の透視画像の撮像を行う撮像装置と、

第1接合部分を有する検査対象物の厚み方向において上記第1接合部分と互いに重複する重複部分を有して第2接合部分が存在する上記検査対象物にて、上記撮像装置から供給される、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の透視画像に基づいて明るさ情報を作成し、該明るさ情報に基づいて上記第2接合部分のみの画像を作成する画像作成装置と、を備えた。

又、上記画像作成装置は、上記検査対象物に上記第1接合部分のみが存在するときの該第1接合部分の透視画像における基準明るさレベル(A)よりも明側の明側レベル($A + \alpha$)及び暗側の暗側レベル($A - \beta$)にて、上記明るさ情報をそれぞれ2値化して上記第2接合部分のみの画像を作成することもできる。

又、上記画像作成装置は、上記明るさ情報を2値化して得られる、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像と、上記明側レベルにて2値化して得られる上記第1接合部分のみの画像と、上記暗側レベルにて2値化して得られる上記重複部分の画像とをともに、上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像から上記第1接合部分のみの画像を削除し、削除後の画像に上記重複部分の画像を加えて上記第2接合部分のみの画像を作成することもできる。

又、上記画像作成装置は、上記第1接合部分の透視画像に基づいて該第1接合部分の輪郭位置情報を求め、上記明るさ情報と上記輪郭位置情報とに基づいて上記第2接合部分のみの画像を作成することもできる。

又、上記画像作成装置は、上記明るさ情報を用いて上記輪郭位置情報が示す輪郭位置における明るさの変化を検出して、該変化が他と異なる上記重複部分の輪郭区間における一方位置及び他方位置の各位置情報を求めて該位置情報から上記一方位置及び他方位置を通る分割線情報を求め、該分割線で分割された、上記第1接合部分を含む第1領域及び上記第2接合部分を含む第2領域のそれぞれの領域にて2値化レベルを変化させて上記明るさ情報から上記第2接合部分のみの画像を作成することもできる。

又、上記分割された上記第1接合部分を含む第1領域における上記2値化レベルは、上記重複部分のみを抽出するレベルであり、上記第2接合部分を含む第2領域における上記2値化レベルは、上記一方位置及び他方位置の各位置情報を求める際に得られた第2接合部分の明るさレベルとすることもできる。

又、上記画像作成装置は、上記一方位置及び他方位置の各位置情報を上記明るさの変化に基づいて求めるのに代えて、上記明るさのピーク値に基づいて求めることもできる。

又、上記撮像装置は、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の撮像を、画像の蓄積時間を変化させて行うこともできる。

又、上記撮像装置は、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の撮像を、画像の蓄積時間を変化させて行い、上記画像作成装置は、異なる上記蓄積時間毎における各透視画像の各明るさ情報の中から上記明るさ変化が最大に

なる明るさ情報を用いて上記重複部分の輪郭区間の上記一方位置及び他方位置を求めることもできる。

又、上記画像作成装置は、上記一方位置及び他方位置の各位置情報を上記明るさ変化が最大になる明るさ情報に基づいて求めるのに代えて、上記明るさのピーク値が最大となる明るさ情報に基づいて求めることもできる。

又、本発明の第5態様の接合検査方法は、第1接合部分を有する検査対象物の厚み方向において上記第1接合部分と互いに重複する重複部分を有して第2接合部分が存在する上記検査対象物に対して放射線を照射し、該検査対象物を透過した上記放射線を可視光に変換し、

可視光に変換されて得られる、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の透視画像に基づいて明るさ情報を作成し、

該明るさ情報に基づいて上記第2接合部分のみの画像を作成する。

又、上記第5態様の接合検査方法において、上記第2接合部分のみの画像作成は、

上記明るさ情報を2値化して、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像を得て、

上記検査対象物に上記第1接合部分のみが存在するときの該第1接合部分の透視画像における基準明るさレベル(A)よりも明側の明側レベル($A + \alpha$)にて上記明るさ情報を2値化して上記第1接合部分のみの画像を得て、

上記基準明るさレベルよりも暗側の暗側レベル($A - \beta$)にて上記明るさ情報を2値化して上記重複部分の画像を得て、

上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像から上記第1接合部分のみの画像を削除し、削除後の画像に上記重複部分の画像を加えて上記第2接合部分のみの画像を作成することでなされるようにしてもよい。

又、本発明の第6態様における、接合検査方法を実行させるプログラムを記録した記録媒体は、第1接合部分を有する検査対象物の厚み方向において上記第1接合部分と互いに重複する重複部分を有して第2接合部分が存在する上記検査対象物に対して放射線を照射させる処理と、

上記検査対象物を透過した上記放射線を可視光に変換して得られる、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の透視画像に基づいて明るさ情報を作成する処理と、

該明るさ情報に基づいて上記第2接合部分のみの画像を作成する処理と、を備えた。

上述のように、本発明の第4態様の接合検査装置、第5態様の接合検査方法、及び第6態様の記録媒体によれば、画像作成装置を備え、重複状態にある第1接合部分及び第2接合部分の撮像画像に基づいて明るさ情報を作成し、該明るさ情報に基づいて上記第2接合部分のみの画像を作成するようにした。したがって、従来のように透視画像をそのまま画像情報として記憶するのではなく、明るさ情報に変換することで記憶容量を低減することができ、さらに、その平均明るさ値を記憶することからより記憶容量を削減することができる。

又、上述のように重複状態にある第1接合部分及び第2接合部分の撮像画像に基づいて作成した明るさ情報に対して、明側レベル及び暗側レベルにてそれぞれ2値化して上記第2接合部分のみの画像を作成することから、従来のように第1接合部分のみを有する撮像画像と、第1接合部分及び第2接合部分の両方を有する撮像画像との位置合わせを行う必要はなく、さらにこれらの撮像画像間でずれ等が生じたとしても、正確に第2接合部分のみの画像を作成することができる。よって、接合部分の検査の信頼性を従来に比べて向上させることができる。

又、上記明るさ情報と輪郭位置情報とに基づいて上記第2接合部分のみの画像を得るようにすることで、上記第1接合部分と上記第2接合部分との明るさの差がほとんどない、若しくは該明るさが同一である場合でも、いわゆる両面実装基板の透視画像から上記第2検出部分のみの画像を得ることができる。よって、接合部分の検査の信頼性を従来に比べて向上させることができる。

又、輪郭位置における明るさのピーク値に基づいて上記第2接合部分のみの画像を得るようにすることで、単に上記輪郭位置情報を用いて上記第2接合部分のみの画像を得る場合に比べてより容易に上記第2接合部分の画像を得ることができ処理時間の短縮を図ることができる。よって、接合部分の検査の信頼性を従来

に比べて向上させることができる。

又、重複状態にある第1接合部分及び第2接合部分の撮像を行うとき、画像の蓄積時間を変化させることで、上記第1接合部分及び第2接合部分の厚みが極端に異なるようなときであっても、上記第1接合部分及び第2接合部分の撮像画像を得ることができる。よって、接合部分の検査の信頼性を従来に比べて向上させることができる。

図面の簡単な説明

本発明のこれらと他の目的と特徴は、添付された図面についての好ましい実施形態に関連した次の記述から明らかになる。この図面においては、

図1は、本発明における第1実施形態における接合検査装置の構成を示す図であり、

図2は、図1に示す接合検査装置にて本検査を実行する前に、透視画像における明るさの濃度と接合部分の厚みとの関係を得るための動作を説明するための図であり、

図3は、図2に示す教示治具の斜視図であり、

図4は、図2に示す接合検査装置にて教示治具を撮像したときのX線透視画像を示す図であり、

図5は、図1に示す接合検査装置にて作成した、画像濃度と透過物質の厚さとの関係を示すグラフであり、

図6は、本発明の第1実施形態において、画像濃度と透過物質の厚さとの関係を得るときの動作を示すフローチャートであり、

図7は、本発明の第1実施形態において、接合検査動作を示すフローチャートであり、

図8は、図7に示す副厚さ画像を示す模式図であり、

図9は、図7に示す副厚さ画像を示す模式図であり、

図10は、本発明の第2実施形態における接合検査装置の構成を示す図であり、

図11は、図10に示す接合検査装置において実行される接合検査動作のプロ

ーチャートであり、

図 1 2 は、従来の X 線検査装置における問題点を説明するための図であり、

図 1 3 は、本発明の第 3 実施形態における接合検査装置の全体構成を示す図であり、

5 図 1 4 は、図 1 3 の接合検査装置にて得た第 1 接合部分及び第 2 接合部分の透視画像を示す図であり、

図 1 5 は、図 1 4 の透視画像を明るさ情報に変換したグラフであり、

図 1 6 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 3 実施形態における接合検査方法を説明するための図であり、

10 図 1 7 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 3 実施形態における接合検査方法のフローチャートであり、

図 1 8 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 4 実施形態における接合検査方法を説明するための図であって、輪郭位置を示す図であり、

15 図 1 9 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 4 実施形態における接合検査方法を説明するための図であって、分割線を表示した図であり、

図 2 0 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 4 実施形態における接合検査方法を説明するための図であって、輪郭部分の明るさの変化を説明するための図であり、

20 図 2 1 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 4 実施形態における接合検査方法を説明するための図であり、

図 2 2 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 4 実施形態における接合検査方法のフローチャートであり、

図 2 3 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 5 実施形態における接合検査方法のフローチャートであり、

25 図 2 4 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 6 実施形態における接合検査方法のフローチャートであり、

図 2 5 は、図 1 3 に示す接合検査装置にて実行される第 6 実施形態における接合検査方法のフローチャートであり、

図 2 6 は、3 層以上に電子部品が実装された場合にも本発明が適用可能であることを説明するための図であり、

図 2 7 は、従来の接合検査装置の全体構成を示す図であり、

図 2 8 は、従来の接合検査装置にて実行される接合検査方法を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態である、接合検査装置、接合検査方法、及び接合検査方法を実行するプログラムを記録した記録媒体について、図を参照しながら以下に説明する。尚、各図において同じ構成部分については同じ符号を付している。

又、実施形態では、撮像系による画像の濃度のダイナミックレンジと分解能の制限を克服し、即ち検査対象物の厚、薄にかかわらず接合材の高さを測定でき、又、両面実装回路基板に対しても検査可能として、装着された部品の接合部分の検査精度を従来に比べて向上可能とする、接合検査装置、接合検査方法、及び該接合検査方法を実行するプログラムを記録した記録媒体を提供する。

又、上述の「発明の開示」欄に記載した「放射線」の一例として以下の各実施形態では X 線を例に採るが、これに限定されるものではなくガンマ線等であってもよい。又、上述の「発明の開示」欄に記載した「副厚さ画像生成装置」及び「合成画像生成装置」の機能を果たす一例として以下の各実施形態では制御装置 1 2 1 が相当する。又、上述の「発明の開示」欄に記載した「部材間の接合部分」として、以下の各実施形態では、回路基板上に実装された電子部品において上記回路基板の電極と上記電子部品の電極との接合部分を例に採るが、これに限定されるものではなく、例えば複数の電子部品同士の接合部分等も含む概念である。

第 1 実施形態；

図 1 に示すように、第 1 実施形態の接合検査装置 1 0 1 は、大別して、照射部の機能を果たす一例としての X 線発生器 1 1 1 と、X 線シンチレータ 1 1 5 と、撮像装置 1 2 0 と、制御装置 1 2 1 とを備える。又、上記撮像装置 1 2 0 は、カ

メラ 117、及び該カメラ 117 が送出する撮像情報が供給される画像処理装置 118 から構成される。

上記 X 線発生器 111 は、電子部品 104 の裏面に形成された部品側電極と、該電子部品 104 が装着される回路基板 103 に形成された被装着体側電極との接合により回路基板 103 上に電子部品 104 が装着された装着部分に照射する X 線 152 を発生する。尚、本第 1 実施形態では、X 線 152 は上記装着部分の範囲に照射されるが、少なくとも、上記部品側電極と上記被装着体側電極との接合部分の範囲に照射されれば良い。

又、本第 1 実施形態では、X 線発生器 111 は 50 kV ~ 200 kV 程度、例えば 90 kV、0.5 mA 程度の出力にて X 線 152 を発生する。

上記 X 線シンチレータ 115 は、上記装着部分を透過した X 線を、該 X 線の X 線強度に比例した光量を有する可視光に変換する。このとき、X 線 152 は、透過した少なくとも一つの物質の厚みと、該物質における X 線吸収係数に応じて減衰されるので、回路基板 103 及び電子部品 104 の上記装着部分 115 における各部分の X 線減衰量に応じた X 線透視画像が X 線シンチレータ 115 に映し出される。よって X 線シンチレータ 115 は、上記 X 線透視画像に対応して可視光を発生する。

X 線シンチレータ 115 から発した上記可視光は、ミラー 116 にて反射させてカメラ 117 に入射させる。このようにミラー 116 を設けるのは、X 線の照射範囲外にカメラ 117 を配置し X 線の直射によるカメラ 116 のダメージを避けるためである。

カメラ 117 にて撮像された上記装着部分の画像は、画像処理装置 118 にて画像処理される。電子部品 104 の上記部品側電極と、回路基板 103 の上記被装着体側電極との接合部分には、一般的に X 線の吸収率が高い鉛や錫等の重金属材料が使われることから、X 線による透視画像に対応する上記可視光を画像処理することで、上記接合部分は、上記装着部分内での上記接合部分の周辺部に比べて黒く表示される。よって、上記接合部分とその周辺部とを区別することができる。画像処理後の画像は、制御装置 121 及び表示装置の一例としてのモニタ

レビ 1 1 9 に送出される。

制御装置 1 2 1 は、上記 X 線発生器 1 1 1、カメラ 1 1 7、及び画像処理装置 1 1 8 に接続され、これらの動作制御を行うとともに、後述するように装着部分内の上記接合部分における厚さ情報を生成する。

5 このように構成される接合検査装置 1 0 1 における動作を以下に説明する。尚、該動作の制御は、上記制御装置 1 2 1 にて実行される。

図 6 のステップ（図内では「S」にて示す）1 では、回路基板と電子部品との上記接合部分の本検査に先立って、図 2 に示すように、予め接合前の回路基板 1 0 3 - 1 と電子部品 1 0 4 - 1 を準備し、回路基板 1 0 3 - 1 と電子部品 1 0 4 - 1 との間に階段状の教示治具 1 2 5 を配置して検査準備動作を行う。

10 該教示治具 1 2 5 は、図 3 に示すような、上記部品側電極と上記被装着体側電極との上記接合部分に同じ材質にてなり例えば階段状やくさび状等の形状にてなり複数の測定点 1 2 5 1 - 1、1 2 5 1 - 2、…を有し、その厚み方向である上記 X 線の透過方向 1 2 5 2 に沿った厚みが互いに異なりかつ各厚みが既知である治具である。尚、本第 1 実施形態では、教示治具 1 2 5 は 9 つの測定点 1 2 5 1 - 1 ~ 1 2 5 1 - 9 を有するが、厚みの異なる測定点の数はこれに限定されるものではない。又、上記教示治具 1 2 5 について、上記接合部分と同じ材質とは、上記 X 線の透過率が上記接合部分と同一であることであり、具体的には上記接合部分の構成成分と、該構成部分の含有量とが同一であることをいう。

20 上述の配置状態において、X 線発生器 1 1 1 の管電圧や管電流等の X 線照射条件、及びカメラ 1 1 7 における上記可視光による透過画像の蓄積時間を一定にして X 線撮影を行う。該 X 線撮影による X 線透視画像は、図 4 に示すように、教示治具 1 2 5 の厚さに対応して階段状に濃度差のある画像になる。ここで、教示治具 1 2 5 の厚さの分かっている各測定点 1 2 5 1 - 1 ~ 1 2 5 1 - 9 の画像濃度を画像処理装置 1 1 8 で測定し、横軸が X 線透過物質の厚さ、縦軸が画像濃度を表すグラフに各測定点の濃度値をプロットして各点を結ぶ近似曲線を作成すれば、
25 図 5 に示すような対数グラフを作成することができる。

ステップ 2 では、上記接合部分における検査対象となる厚みの範囲が上記教示

部材 1 2 5 にてカバーできているか否かが判断され、カバーできているときには後述の本検査動作へ移行し、カバーできていないときには次のステップ 3 へ進む。即ち、検査対象としている接合部分の厚み範囲が例えば $100\mu\text{m}$ から $1500\mu\text{m}$ まであり、これに対して、ある教示部材では $100\mu\text{m}$ から $500\mu\text{m}$ までの範囲しかカバーできないときには、さらに例えば $500\mu\text{m}$ から $1000\mu\text{m}$ 、 $1000\mu\text{m}$ から $1500\mu\text{m}$ のそれぞれの範囲をカバーする第 2、第 3 の教示部材が必要となる。このように複数の教示部材が必要なときには上記ステップ 3 へ移行することになる。

ステップ 3 では、上記教示治具 1 2 5 にてカバーできていない厚み範囲の全部又は一部をカバーするような厚み範囲を有する階段状やくさび状の第 2 の教示治具 1 2 5-1 を、教示治具 1 2 5 に代えて回路基板 1 0 3-1 と電子部品 1 0 4-1 の間に配置する。そして、X線発生器 1 1 1 の管電圧や管電流等の X線照射条件は変更せずに、カメラ 1 1 7 における上記蓄積時間を教示治具 1 2 5-1 の厚さ変化にあわせて調整して X線撮影を行う。

該教示治具 1 2 5-1 を使用したときも、X線透視画像は、図 4 に類似した画像であって、教示治具 1 2 5-1 の厚さに対応して階段状に濃度差のある画像になる。ここで、教示治具 1 2 5-1 の厚さの分かっている各測定点の画像濃度を画像処理装置 1 1 8 で測定し、横軸が X線透過物質の厚さ、縦軸が画像濃度を表すグラフに各測定点の濃度値をプロットして各点を結ぶ近似曲線を作成すれば、図 5 に示すグラフと同様に、X線透過物質の厚さと画像濃度の関係を示す対数グラフを作成することができる。

このようにして、上記接合部分の全厚さ範囲を網羅するまで、厚み範囲がそれぞれ異なる教示治具を順次使用して、上記対数グラフを作成していく。

例えば同じ回路基板上に同じ電子部品が装着された複数の製品を検査する場合のように、同一のそれぞれの接合部分を検査するときには、実際には、予め求めた上記対数グラフのデータを制御装置 1 2 1 の記憶装置 1 2 2 に格納しておき、該データを読み出して使用する形態を採ることになる。尚、上記対数グラフデータの格納方法は、例えばフロッピーディスク等の記録媒体から供給してもよいし、

又、通信回線を使用して供給する方法等、公知の方法を採ることができる。

以上の準備段階を経て、実際に回路基板と電子部品との上記接合部分の本検査を行う場合について説明する。尚、一つの接合部分について複数の教示治具 1 2 5 を使用して撮像が行われた場合を例に採る。図 7 のステップ 5 にて、上述の教示治具 1 2 5、1 2 5-1 等を使用して測定したそれぞれの場合と、同じ X 線照射条件及びカメラ 1 1 7 の蓄積時間条件にて、上記接合部分について X 線撮影を複数回行う。

次のステップ 6 では、ステップ 5 にて得た、それぞれの教示治具 1 2 5 等に対応したそれぞれの X 線透視画像について、上述のようにして予め求めた上記対数グラフと、各対数グラフに対応する上記接合部分における上記 X 線透視画像の画像濃度とに基づいて、上記それぞれの X 線透視画像をそれぞれの副厚さ画像に変換する。

次のステップ 7 では、これら複数の副厚さ画像を、最も広い測定範囲の厚さをカバーする副厚さ画像を基準として、画像毎の測定範囲に合わせて、上記複数の副厚さ画像からそれぞれ有効部分のみを抽出し該有効部分を集めて厚さ合成画像を作成する。

この合成画像より求めた検査個所の厚さを良品の厚さとを比較することにより良品と不良品を判定することができる。尚、上記良品の厚さ情報は、第 1 実施形態では、予め制御装置 1 2 1 の記憶装置 1 2 2 に格納しておく。

上記ステップ 7 の動作について、例を用いて具体的に説明すると、上記蓄積時間が T 1 にて得られた X 線透視画像から求めた上記副厚さ画像を図 8 に示し、上記蓄積時間が T 1 より長い T 2 にて得られた X 線透視画像から求めた上記副厚さ画像を図 9 に示す。図 8 では、領域 1 6 4 の画像濃度が最低レベル以下で使えず、一方、図 9 では領域 1 6 5 の画像濃度がダイナミックレンジを超えて飽和している状態を示している。この場合に、最も広い測定範囲の厚さをカバーする副厚さ画像を基準として、領域 1 6 4 については図 9 に示す厚さ画像を上記有効部分として抽出し、領域 1 6 5 については図 8 に示す厚さ画像を上記有効部分として抽出する。そして、それぞれの抽出部分を集めて厚さ合成画像が作成される。

このように第1実施形態によれば、蓄積時間のそれぞれ異なるそれぞれのX線透過画像に対応してそれぞれの副厚さ画像を作成し、これらの副厚さ画像のそれぞれから有効部分のみを抽出して合成して厚さ合成画像を生成する。即ち、厚い対象物に合わせてX線の蓄積時間を長く取った画像では、薄い対象物のX線画像は画像の濃度のダイナミックレンジを超えて飽和してしまっており、逆に、薄い対象物に合わせてX線の蓄積時間を短くした画像では、厚い対象物のX線画像は画像の最低濃度信号以下となってしまうが、それぞれの副厚さ画像から、上記飽和せずかつ上記最低濃度信号以下となっていない有効画像のみを抽出して抽出画像を合成して厚さ合成画像を生成する。したがって、撮像系による画像の濃度のダイナミックレンジと分解能との制限を克服して接合部分の厚みを高精度で検査することが出来る。

本第1実施形態では上述のように、複数の副厚さ画像についてそれぞれ有効部分を抽出し、抽出した有効部分を集めて厚さ合成画像を作成した。しかしながら該動作に限定されるものではない。即ち、例えば、接合部分の検査すべき部分の厚みの最小値と最大値との差が例えば2倍程度内に収まっているのであれば、それぞれの上記副厚さ画像間においてもその濃度が大きく相違することない。よって、このような場合には、上記有効部分の抽出動作を行わずに各副厚さ画像を単に加算して厚さ合成画像を作成することもできる。

よって、上述の有効部分を抽出する方法に比べて、簡易な方法にて、撮像系による画像の濃度のダイナミックレンジ制限を超えて接合部分の厚みを高精度で検査することが出来る。

第2実施形態；

上述の第1実施形態では、回路基板103の片面に電子部品104を実装している場合を対象としている。この第2実施形態では、回路基板103の両面に電子部品104が実装されている場合を対象とする。

図10は、当該第2実施形態における接合検査装置201を示している。図10に示すように、上述した接合検査装置101の機能を有する2台の接合検査機101Aと接合検査機101Bとについて、上記接合検査機101Aに備わり、

上記制御装置 121 に相当する制御装置 121A と、上記接合検査機 101B に
備わり、上記制御装置 121 に相当する制御装置 121B とを接続する。このよ
うに構成される接合検査装置 201 は、回路基板 103 の両面に電子部品 104
を装着したものに対して上記接合部分の接合検査を可能とする。該接合検査装置
201 は、概略、以下のように動作する。

電子部品 104 の両面実装工程において、回路基板 103 の対向する一方の面
を A 面、他方の面を B 面としたとき、上記 A 面に電子部品 104 を実装する A 面
実装工程では、回路基板 103 の片面のみに電子部品 104 が実装されている。
よって、この状態では上述の第 1 実施形態にて説明した X 線検査方法にて、接合
部分の検査が可能である。しかし、回路基板 103 を反転して上記 B 面に電子部
品 104 を実装すると、回路基板 103 の A 面には既に電子部品 104 が存在す
るので、上記 X 線の照射方向に沿って上記接合部分が二つ存在する。よって、X
線透視画像では A 面における接合部分と B 面における接合部分とが重なった画像
となり、このままでは検査が困難になる。

そのため、A 面の X 線検査機 101A の X 線透視画像を基板反転に合わせて画
像を反転し、B 面の X 線検査機 101B の X 線透視画像から前記 A 面の反転 X 線
透視画像を減算することにより、B 面のみの X 線透視画像を抽出して検査する。
このとき、それぞれの X 線透視画像の濃度は透過物質の厚さの対数関数で表され
るので、これらを単純に減算しても B 面だけの画像を抽出することは出来ない。

そのため、上記減算動作は、それぞれの X 線透視画像を対数変換して作成した
上記副厚さ画像により行う。又、A 面画像と B 面画像とを対応させる為に、回路
基板 103 にバーコード等で基板 ID を印刷しておき、A 面検査機 101A で読
み取った基板 ID と A 面の副厚さ画像を一緒にして B 面検査機 101B に送信す
る。B 面検査機 101B では検査対象基板から読み取った基板 ID と A 面検査機
101A から送られた基板 ID が一致した時、B 面検査機 101B の副厚さ画像
から A 面検査機 101A の副厚さ画像を減算して検査を行う。

図 11 を用いて説明する。図 11 の A 面検査機 101A の工程において、ステ
ップ 11 では、A 面に電子部品 104 が実装された後の A 面実装回路基板 103

1を搬入し、ステップ12では、教示治具125を用いた測定時と同じX線照射条件でX線を上記回路基板1031に照射する。次に、ステップ13では、教示治具125を用いた測定時におけるカメラ117の蓄積時間条件と同一の条件で回路基板1031のX線撮影を行いX線透過画像を入力する。次のステップ14では、事前に求めた画像濃度から厚さへの変換用対数グラフを用いて、上記X線透過画像を副厚さ画像に変換する。ステップ15では、教示治具測定時に行った複数の撮像条件の全てについてX線透過画像を得て、かつ副厚さ画像への変換が終了するまで、ステップ12からステップ14を繰り返し行い、複数の副厚さ画像を得る。

次にステップ16では、第1実施形態にて説明したように、これら複数の副厚さ画像を、最も広い測定範囲の厚さをカバーする画像を基準として、画像毎の測定範囲に合わせて、各副厚さ画像から有効部分のみを抽出して抽出した有効部分を集合させて一つのA面厚さ合成画像を得る。

このA面厚さ合成画像で得られた形状と、これらそれぞれの形状の存在する位置情報とを、予め求めている良品における厚さ情報と比較することで、ステップ17で接合検査を行う。次に、ステップ18にて、図10に示すように、上記A面厚さ合成画像及び上記A面実装回路基板1031の基板IDの各データをB面検査機101Bに送信し、ステップ19にてX線照射を停止する。ステップ20では、生産を続行するかどうかの判断を行い、続行するときにはステップ11に戻ってステップ11からステップ19を繰り返す。

一方、B面検査機101Bの検査工程では、図11に示すように、ステップ21にて、予めA面検査機101Aから供給された上記A面厚さ合成画像及び上記基板IDの各データを受信して、B面検査機101Bの制御装置121Bに備わる記憶装置122Bに記憶しておく。次に、ステップ22にて、上記B面にも電子部品104を実装した両面実装基板1032をB面検査機101Bに搬入し、ステップ23にて、搬入された両面実装基板1032に対して行われた教示治具125を用いた測定時と同じX線照射条件で両面実装基板1032に対してX線を照射する。次に、ステップ24にて、両面実装基板1032のX線透過画像を

入力し、ステップ25で当該X線透過画像を副厚さ画像に変換する。ステップ26では、教示治具測定時に行った複数の撮像条件の全てについてX線透過画像を得て、かつ副厚さ画像への変換が終了するまでステップ23からステップ25を繰り返し、複数の副厚さ画像を得る。

次に、ステップ27では、上述のステップ16と同様に、これら複数の副厚さ画像を、最も広い測定範囲の厚さをカバーする画像を基準として、画像毎の測定範囲に合わせて、各副厚さ画像から有効部分のみを抽出して抽出した有効部分を集合させて一つの両面厚さ合成画像を得る。ステップ28では、この両面厚さ合成画像から、A面検査機101Aから送られた同じ基板IDを有する上記A面厚さ合成画像データを反転、即ちA面厚さ合成画像の明暗を逆転させた画像を減算することによりB面における接合部分のみのB面厚さ合成画像を生成する。

次に、ステップ29で、上記B面厚さ合成画像より得られた形状と位置情報とを、予め求めている良品における厚さ情報と比較することで、B面における接合部分を検査した後、ステップ30でX線照射を停止する。ステップ31では生産を続行するかどうかの判断を行い、続行するときには、ステップ22に戻ってステップ22からステップ30を繰り返す。

このように、上記第1実施形態の検査方法を応用して、両面実装された回路基板についても、それぞれの面における各接合部分について、撮像系による画像の濃度のダイナミックレンジ制限を超えて高精度にてそれぞれ接合検査することができる。

尚、第2実施形態では、回路基板を例に採り、該回路基板の両面に電子部品が実装されている場合を例に採ったが、例えば部品同士を接合した場合であって、3以上の部品が放射線の照射方向に沿って重なって存在するような形態においても上述の第2実施形態を適用することができる。即ち、例えば接合部分が第1～第3の3つ存在した場合、まず、第1接合部分についてのみ第1厚さ合成画像を得て、次に、第1及び第2接合部分が重なり合った部分についての第2厚さ合成画像を得る。ここで、第2厚さ合成画像から第1厚さ合成画像を差し引くことで、第2接合部分についての厚さ合成画像を得ることができる。さらに、第1、第2、

第3の接合部分が重なり合った部分についての第3厚さ合成画像を得て、該第3厚さ合成画像から第2厚さ合成画像を差し引くことで第3接合部分についての厚さ合成画像を得ることができる。このように、放射線の照射方向に沿って複数の接合部分が重なって存在するときでも、上述の第2実施形態を適用することができる。

又、両面実装された回路基板に対しても、上述したように、例えば、接合部分の検査すべき部分の厚みの最小値と最大値との差が例えば2倍程度内に収まっているのであれば、上記有効部分の抽出動作を行わずに各副厚さ画像を単に加算して厚さ合成画像を作成することもできる。この場合、図11に示すステップ14及びステップ25における動作が省略されることになる。

上述の第1実施形態において、図6、図7を参照して説明した動作、並びに第2実施形態において図11を参照して説明した動作の制御は、第1実施形態及び第2実施形態では予め制御装置121等に格納されたプログラムに従い実行しているが、これに限定されるものではない。即ち、図6、図7を参照して説明した動作、並びに図11を参照して説明した動作を実行するプログラムを記録した、例えばCD-ROM123-1やフロッピーディスク123-2等のリムーバブルな記録媒体123から制御装置121等が読み出し、読み出したプログラムに従い制御動作を実行するように構成することもできる。又、通信回線を利用して制御装置121等に供給するようにすることもできる。

第3実施形態

以下の第3～第6実施形態において、検査対象として、各実施形態ではプリント基板に電子部品を実装した部品実装済み基板を例に採る。上記電子部品としては、例えばBGA（ボールグリッドアレイ）やCSP（チップスケールパッケージ）のようなフリップチップ部品を例に採ることができる。しかしながら検査対象はこれに限定されず、検査対象物である被装着体の厚み方向において、該被装着体と部品との接合部分が互いに重複するような物であって、上記接合部分が外部より確認困難若しくは不可な物に対して本発明は適用可能である。又、第3～第6実施形態では、上記検査対象物へ照射する放射線をX線とするが、これに限

定されるものではない。

図 1 3 に示すように第 3 実施形態の接合検査装置 4 0 1 は、照射装置 4 1 1 と、シンチレータ 4 1 2 と、撮像装置 4 1 3 と、ミラー 4 1 4 と、搬送装置 4 1 5 とを備えるとともに、当該接合検査装置 4 0 1 にて特徴的構成部分である画像作成装置 4 5 1、及び制御装置 4 8 1 を有する。尚、図 1 3 では、画像作成装置 4 5 1、及び制御装置 4 8 1 を、照射装置 4 1 1 等を収納する筐体部分と別個に図示しているが、画像作成装置 4 5 1、及び制御装置 4 8 1 は、上記筐体内に収納してもよい。

上記照射装置 4 1 1 は、本第 3 実施形態では上記部品の一例としての電子部品 4 2 2 を実装したプリント基板 4 2 1 における電子部品 4 2 2 とプリント基板 4 2 1 との接合部分の透視画像を得られる強度の X 線を、プリント基板 4 2 1 の厚み方向又はほぼ厚み方向に沿って上記接合部分に照射する装置である。図 1 3 では、プリント基板 4 2 1 の互いに対向する対向面の内、一方の第 1 面 4 2 1 a 及び他方の第 2 面 4 2 1 b に電子部品 4 2 2 が実装され、かつ第 1 面 4 2 1 a における電子部品 4 2 2 とプリント基板 4 2 1 との接合部分である第 1 接合部分、及び第 2 面 4 2 1 b における電子部品 4 2 2 とプリント基板 4 2 1 との接合部分である第 2 接合部分が上記厚み方向において互いに重複して位置している検査対象物に対して X 線の照射を行っている場合を図示しているが、上記一方の第 1 面 4 2 1 a にのみ電子部品 4 2 2 を実装した検査対象物に対しても X 線の照射を行うことができる。尚、このように片面にのみ電子部品 4 2 2 を実装した検査対象物に対する X 線照射条件と、第 1 面 4 2 1 a 及び第 2 面 4 2 1 b の両面に電子部品 4 2 2 が実装されている検査対象物に対する X 線照射条件とでは、透視画像の蓄積時間が両面実装基板の方が長くなる。

上記シンチレータ 4 1 2 は、上記接合部分を透過した X 線を可視光に変換する部材であり、生じた可視光はミラー 4 1 4 にて反射されて上記撮像装置 4 1 3 へ入射する。撮像装置 4 1 3 は、上記可視光にて上記接合部分の透視画像の撮像を行う。搬送装置 4 1 5 は、電子部品 4 2 2 を実装したプリント基板 4 2 1 の搬送を行う装置である。又、4 1 6 は、表示装置であり、検査結果等を可視的に表示

する。

尚、上述した、照射装置 4 1 1、シンチレータ 4 1 2、撮像装置 4 1 3、ミラー 4 1 4、搬送装置 4 1 5、及び表示装置 4 1 6 を有する構成は、図 2 7 に示す X 線検査機における構成と同様である。

5 画像作成装置 4 5 1 は、CPU（中央演算処理装置）4 5 1 1 と、メモリ 4 5 1 2 とを備え、上記撮像装置 4 1 3 から供給される撮像画像である、上記第 1 接合部分と第 2 接合部分とが重複した重複部分を有する検査対象物における上記第 1 接合部分及び上記第 2 接合部分の透視画像に基づいて、該透視画像を画像情報としてではなく、該透視画像の例えば各画素毎を明るさの情報に変換し、該明るさ情報に基づいて上記第 2 接合部分のみの画像を作成する。尚、画像作成装置 4 5 1 の詳しい動作説明は、後述の接合検査方法の説明にて行う。

10 制御装置 4 8 1 は、上記照射装置 4 1 1、撮像装置 4 1 3、搬送装置 4 1 5、表示装置 4 1 6、さらに画像作成装置 4 5 1 の動作制御を行う。又、制御装置 4 8 1 には、CPU 4 8 1 1、メモリ 4 8 1 2、及び入力装置 4 8 1 3 を備え、入力装置 4 8 1 3 は、他の接合検査装置 4 0 5 が接続可能であり、又、該第 3 実施形態から後述の第 6 実施形態の各接合検査方法を実行するためのプログラムが書き込まれた、例えばフロッピーディスク 4 7 1 や CD-ROM 4 7 2 等の記録媒体の読み取りが可能である。上記記録媒体にて上記プログラムが供給される場合、
15 入力装置 4 8 1 3 にて読み取られた上記プログラムは、上記メモリ 4 8 1 2 に記憶され、CPU 4 8 1 1 にてそれぞれの上記接合検査方法が実行可能となる。

20 このように構成される接合検査装置 4 0 1 の動作、即ち当該接合検査装置 4 0 1 にて実行される接合検査方法について以下に説明する。

電子部品の両面実装工程において、最初の実装工程では、基板 4 2 1 の上記第 1 面 4 2 1 a にのみ電子部品 4 2 2 が実装される。よってこの状態を X 線撮像しても、第 2 面 4 2 1 b には電子部品 4 2 2 が実装されていないことから、第 2 面 4 2 1 b 側の影響はない。しかし、基板 4 2 1 の表裏を反転して、第 2 面 4 2 1 b にも電子部品 4 2 2 を実装すると、基板 4 2 1 の両面に実装部品が存在することになり、これを第 2 面 4 2 1 b 側から X 線撮像すると、X 線透視画像では、第
25

1面421aに実装されている電子部品422の上記第1接合部分と、第2面421bに実装されている電子部品422の上記第2接合部分との両者が写った画像となるので、このままでは接合部分の検査が困難になる。

そこでまず、図17に示す工程のステップ（図内では「S」にて示す）101において、第1面421aにのみ電子部品422が実装された状態について、上記第2面421b側からX線撮像を行い、上記第1接合部分のX線透視画像を得る。そしてさらに該X線透視画像を上記明るさ情報に変換し、さらに、該明るさ情報の平均明るさ値を求め、例えば上記画像作成装置451のメモリ4512に記憶しておく。尚、上記平均明るさ値は、後述する図15に示すレベルAが相当する。このように透視画像を従来のようにそのまま記憶するのではなく、明るさ情報に変換することで記憶容量を低減することができ、さらに、その平均明るさ値を記憶することからより記憶容量を削減することができる。

又、通常、同種の基板が複数枚、生産されることから、上記第1接合部分のX線透視画像の上記明るさ情報は、各基板毎に求める必要はなく、いわゆるマスター基板の1枚について上記明るさ情報、及び上記平均明るさ値を求め、該マスター基板と同種の基板を生産する限り上記マスター基板の上記平均明るさ値を使用することができる。

又、上記明るさ情報及び上記平均明るさ値は、当該接合検査装置401にて求めなくても良く、他の接合検査装置405や、記録媒体等から供給を受けても良い。

又、本第3実施形態では、上記第1接合部分のX線透視画像の上記明るさ情報として平均値を用いたが、これに限定されるものではなく、分散や、最大、最小等であってもよく、要するに、後述する α 値、 β 値を用いた明るさのレベル値を求めるための基準となる基準明るさレベルであればよい。

次のステップ102では、上記第1面421a及び第2面421bの両面に電子部品422が実装された基板421を接合検査装置401に搬入する。次のステップ103では、接合検査装置401にて該両面実装基板について、第2面421b側からX線撮像を行い、ステップ104にて撮像装置413から透視画像

を得る。該透視画像内の一組の上記第1接合部分及び第2接合部分の画像を図14に示す。図14の透視画像501において、符号5011は、上記第1面421a上に実装された電子部品422の接合部分である第1接合部分を示し、符号5012は、上記第2面421b上に実装された電子部品422の接合部分である第2接合部分を示し、第1接合部分5011と第2接合部分5012とは重複部分5013を有する。尚、第1接合部分5011は、例えばBGAにおけるボールや、 bumps と、第1面421aの電極との接合部分に相当し、第2接合部分5012は上記ボールや、 bumps と、第2面421bの電極との接合部分に相当する。

上記透視画像501について、例えば点線5014上における明るさをプロットしたグラフを図15に示す。尚、図15に示す(i)～(v)は、図14に示す(i)～(v)の部分にそれぞれ対応し、各場所の明るさレベルを示しており、(i)及び(v)の部分が最も明るく、即ち白色に近く、(iii)の部分が最も暗く、即ち黒色に近い。よって図15から明らかなように、透視画像501の背景部分である上記(i)及び(v)の明るさレベルよりも低く、(iv)部分の明るさレベルを超えたレベルBの明るさ値にて上記透視画像501を2値化することで、図16に符号502にて示すように、上記重複部分5013を含み第1接合部分5011及び第2接合部分5012を抽出した画像を得ることができる。

よって、次のステップ105では、画像作成装置451は、得られた上記透視画像について上記第1接合部分及び第2接合部分の両方が表示可能な2値化レベルにて2値化し2値化画像を生成する。

次のステップ106では、画像作成装置451は、上記第2接合部分5012の明るさレベル、即ち上記(iv)部分の明るさレベルよりも低く、上記第1接合部分5011の明るさレベルであり、上述の平均明るさレベルAを超えた明側における明側レベル($A + \alpha$)の値にて上記透視画像501を2値化する。該2値化により、図16に符号503にて示すように、上記重複部分5013を含めて上記第1接合部分5011のみを抽出した画像を得る。

次のステップ107では、画像作成装置451は、上記第1接合部分5011

の明るさレベルである上記平均明るさレベルAよりも低い暗側で、上記重複部分5013の明るさレベル、即ち上記(iii)部分の明るさレベルを超えた暗側レベル($A - \beta$)の値にて上記透視画像501を2値化する。該2値化により、図16に符号504にて示すように、上記重複部分5013のみを抽出した画像を得る。

上記平均明るさレベルAに加、減する指定値の上記 α 及び β の値は、上記平均明るさレベルAを求める際に、第1接合部分5011の明るさ及び第2接合部分5012の明るさを参考にして、第1接合部分5011及び第2接合部分5012の明るさが含まれないような値に指定する。

次のステップ108では、画像作成装置451は、上述した3つの画像502、503、504の合成を行う。即ち、図16に示すように、上記重複部分5013を含む第1接合部分5011及び第2接合部分5012の画像502から、上記重複部分5013を含む第1接合部分5011のみの画像503を削除し、その後、上記重複部分5013のみの画像504を加えることで、上記重複部分5013を含む第2接合部分5012のみの画像505を得る。

尚、上述の説明では、一組の第1接合部分5011及び第2接合部分5012について述べたが、同様の動作を、ステップ104にて得られた透視画像内の全ての接合部分について行う。但し、例えば全ての接合部分が同じ接合状態にあることが明らかであるような場合には、代表としての、一組の第1接合部分5011及び第2接合部分5012についてのみ検査を行い、他の箇所の検査を省略することもできる。

ステップ109では、画像作成装置451にて、上記画像505に基づいて第2接合部分5012の形状及び接合位置を検査する。検査後、制御装置481は、ステップ110にて照射装置411からのX線照射を停止する。次のステップ111では、生産終了か否かを判断し、終了の場合には検査工程を終了し、他に検査する基板があるときには、上記ステップ102へ戻る。

このように画像作成装置451にて、いわゆる両面実装基板の透視画像から、後に実装した電子部品における接合部分、上述の例では第2接合部分5012の

みの画像を得ることができることから、得た第2接合部分5012のみの画像に基づいて、第2接合部分5012の形状及び接合位置の良否、即ち上記第2面421b上の例えば電極部と、電子部品422の電極との接合位置、及び接合形状の良否を判定することができる。尚、上記接合形状としては、上記第2面421b上の電極部と、電子部品422の電極とを接合している、例えば半田ボールの形状が相当する。

又、本第3実施形態の構成によれば、上述のように従来に比べて保存するデータ量を低減でき、さらに、最終的に第1面421a及び第2面421bの両面に電子部品422が実装された状態の撮像画像に基づいて第2接合部分5012の画像を作成することから、従来のように第1面421aにのみ電子部品422が実装された状態の撮像画像と、第1面421a及び第2面421bの両面に電子部品422が実装された状態の撮像画像との位置合わせや、第1面421aにのみ電子部品422を実装した基板と第1面421a及び第2面421bの両面に電子部品422を実装した基板との同一性を確認するためのID管理等の煩わしい操作を無くすることができる。

上述の位置合わせが不要になることで、たとえ、リフロー等を用いた半田付け作業の中で基板の反りが発生したとしても、第2接合部分5012のみの完全な画像を得ることができる。

第4実施形態；

上述した第3実施形態の接合検査方法では、上述の説明から明らかとなるように、上記平均明るさレベルAを基準として上記レベル $(A + \alpha)$ 、上記レベル $(A - \beta)$ の各値にて第1接合部分5011及び第2接合部分5012の各2値化画像を得ることから、透視画像において第1接合部分5011と第2接合部分5012との明るさが相違する場合に有効な方法である。該明るさが相違する場合とは、具体的には基板上の電極部と電子部品の電極とを例えば半田ボールにて接続しているときに上記半田ボールの例えば厚みが第1面421a側と第2面421b側とで異なるような場合が相当する。

一方、当該第4実施形態の接合検査方法は、第1接合部分5011と第2接合

部分 5 0 1 2 との明るさが同じである場合であっても適用可能な方法である。

図 2 2 に示すステップ 1 2 1 において、上記第 1 面 4 2 1 a にのみ電子部品 4 2 2 が実装された状態について X 線撮像が行われ得られた上記第 1 接合部分の X 線透視画像に基づいて、画像作成装置 4 5 1 は、上記第 1 接合部分 5 0 1 1 の輪郭部分の位置情報を図 1 8 に示すようにリング状のデータとしてメモリ 4 5 1 2 に記憶しておく。このように、輪郭の位置に幅を持たせているのは、基板 4 2 1 の収縮による位置ずれの影響を吸収するためである。尚、上記第 1 面 4 2 1 a 上の各第 1 接合部分 5 0 1 1 の位置情報は、基板 4 2 1 の設計データ及び上記位置ずれ許容値から明らかとなる。又、本第 4 実施形態では、検査対象となる接合部分は基板 4 2 1 の電極部と電子部品の電極との接合部分であるので、設計上、基板 4 2 1 の電極部と電子部品の電極との相対的ずれ量が決められている。よって、上記輪郭位置の上記幅寸法は、上記相対的ずれ量に基づいて設定可能である。本例では、基板 4 2 1 の電極部の電極の幅の約 $1/3$ を上記幅寸法としている。尚、本第 4 実施形態において上記電極の幅は、第 1 接合部分 5 0 1 1 及び第 2 接合部分 5 0 1 2 の直径に相当する。

次にステップ 1 2 2 ~ 1 2 4 を行い、いわゆる両面実装基板における透視画像が画像作成装置 4 5 1 に供給される。尚、上記ステップ 1 2 2 ~ 1 2 4 は、上述したステップ 1 0 2 ~ 1 0 4 に対応するので、ここでの詳しい説明は省略する。

次のステップ 1 2 5 では、図 1 9 に示すように、画像作成装置 4 5 1 は、第 1 面 4 2 1 a 及び第 2 面 4 2 1 b の両面に電子部品 4 2 2 が実装された基板の X 線透視画像に対して、上記輪郭位置情報の範囲において、第 1 接合部分 5 0 1 1 の中心から放射状の検出位置 5 1 1 毎に明るさの変化を求める。このようにして得られる明るさの変化情報は、図 1 9 から明らかとなるように、上記検出位置 5 1 1 が重複部分 5 0 1 3 を含むか否かによって上記明るさの変化に差異が生じる。つまり、例えば、重複部分 5 0 1 3 を含まない検出位置 5 1 1 - 1 における上記明るさ変化は、図 2 0 に符号 5 1 2 を付した実線にて示すような変化であり、上記輪郭位置と輪郭外位置との明るさの段差も、符号 5 1 3 を付した程度の段差である。一方、重複部分 5 0 1 3 を含む検出位置 5 1 1 - 2 における上記明るさ変

化は、図20に符号514を付した点線にて示すような変化であり、上記輪郭位置と輪郭外位置との明るさの段差は、上記段差513の場合よりも大きい段差515となる。このように検出位置511が重複部分5013を含むか否かによって明るさの変化量に差異が生じ、又、上記検出位置511-1の検出開始点における明るさ5121、及び上記検出位置511-2の検出開始点における明るさ5141に示すように、検出開始点での明るさレベルにも差異が生じる。

画像作成装置451は、このような明るさの変化が他と異なり始める部分の位置を上記輪郭位置情報に基づいて求める。このようにして求まる位置は、第1接合部分5011と第2接合部分5012とが交差を開始する位置、即ち重複部分5013の両端位置に相当する、一方位置516及び他方位置517である。

上記検出位置511は、まず、比較的粗く設定して、上記段差の変化、検出開始点の明るさの変化を検出して大まかな変化点位置を探索し、次に、該大まかな変化点位置の近辺にて細かく検出位置511を設定して正確な変化点位置である上記一方位置516及び他方位置517を探索するのが好ましい。

次のステップ126では、画像作成装置451は、ステップ125にて求めた上記一方位置516及び他方位置517の位置情報に基づき、これら2点を通過する分割線518を求める。そして該分割線518にて図14に示す透視画像501を、上記第1接合部分を含む第1領域519と、上記第2接合部分を含む第2領域520とに分割する。

次のステップ127では、画像作成装置451は、上記第1領域519において、上記透視画像501を上記レベル $(A - \beta)$ の値にて2値化することで、図21に符号521にて示すような、上記重複部分5013の左半分に相当する2値化画像を得る。さらに又、画像作成装置451は、上記第2領域520において、上記透視画像501を上記レベル $(A + \alpha)$ の値にて2値化する、若しくは上記透視画像501から上記第1領域519における画像を削除することで、図21に符号522にて示すような、上記第2接合部分5012の2値化画像から上記重複部分5013の左半分の2値化画像を削除した2値化画像を得る。

そして次のステップ128にて、画像作成装置451は、これらの画像521、

5 2 2を加えて、上記重複部分5 0 1 3を含む第2接合部分5 0 1 2のみの画像5 0 5を得る。

以後の、ステップ1 2 9～1 3 1は、上述したステップ1 0 9～1 1 1に対応する同様の動作であるので、ここでの説明は省略する。

5 このように第4実施形態の接合検査方法によれば、上述した第3実施形態の接合検査方法における効果を奏するとともに、さらに、第1接合部分5 0 1 1と第2接合部分5 0 1 2との明るさの差がほとんどない、若しくは該明るさが同一である場合、即ち、具体的には上記半田ボールの厚みが全ての電子部品4 2 2においてほぼ同一若しくは同一であるような場合でも、いわゆる両面実装基板の透視画像5 0 1から第2検出部分5 0 1 2のみの画像を得ることができる。

10 尚、上述の第4実施形態の接合検査方法における説明では、第1面4 2 1 aにのみ電子部品4 2 2を実装した、いわゆる片面実装の状態における透視画像に基づいて上述の輪郭位置情報を求めたが、これに限定されるものではない。つまり、検査対象とする第1接合部分5 0 1 1の設計上の位置情報及び許容ずれ量から算出してもよい。

15 第5実施形態；

 上述の第4実施形態の接合検査方法では、上記分割線5 1 8を求めるために必要な上記一方位置5 1 6及び他方位置5 1 7を求めるため、第1接合部分5 0 1 1の輪郭位置について、放射状の検出位置5 1 1毎に明るさの変化を求めた。

20 本第5実施形態の接合検査方法は、上述の第4実施形態の接合検査方法を改良した検査方法である。即ち、図2 0を参照した上述の説明からも明らかになるが、上記一方位置5 1 6及び他方位置5 1 7では、上記透視画像5 0 1における明るさのレベルは極端に低下する。そこで、本第5実施形態の接合検査方法では、図2 3に示すステップ1 4 5にて、複数の上記検査位置5 1 1にて、上記透視画像5 0 1における明るさのレベルを求め、その中から上記明るさレベルが下限ピークとなる開始位置を検出する。したがって、結果的に上述した一方位置5 1 6及び他方位置5 1 7を求めることができる。次のステップ1 4 6では、ステップ1 4 5にて求めた一方位置5 1 6及び他方位置5 1 7に基づいて上記分割線5 1 8

を求める。

その他のステップ141～144、ステップ147～151は、図22を参照して説明したステップ121～124、ステップ127～131の動作に同じであるので、ここでの説明は省略する。

- 5 このように第5実施形態の接合検査方法によれば、上述した第4実施形態の接合検査方法における効果を奏するとともに、さらに、第4実施形態の接合検査方法に比べて検査処理時間を短縮することができる。即ち、第4実施形態及び第5実施形態の接合検査方法において検出する、上記輪郭位置での明るさの検出値は、実際には、ばらついて検出されることから、第4実施形態の接合検査方法において、明るさの上記段差513、515や、検出開始点における明るさ5121、5141を求めるためには、上記明るさの検出値自体について平均化等の処理を行う必要がある。一方、この第5実施形態の接合検査方法では、単に上記下限ピークを検出すれば良く、又、該下限ピークは他の部分の明るさレベルとは極端に相違することから、上記明るさの検出値自体について平均化等の処理を行う必要はない。よって、上述のように第4実施形態の接合検査方法に比べて検査処理時間を短縮することができる。

第6実施形態；

本第6実施形態の接合検査方法は、上述の第3実施形態から第5実施形態の接合検査方法において、いわゆる両面実装基板の撮像を行う際に、画像の蓄積時間を変化させて行うようにしたものである。即ち、例えば2箇所の検査対象部分にて厚みが極端に異なる場合、第1 X線照射条件では、薄い検査対象部分については透視画像を得たが、厚い検査対象部分についてはX線透過量が非常に少なく全く透視画像を得ることができないという現象が生じる。一方、上記厚い検査対象部分について透視画像を得ることができる第2 X線照射条件では、上記薄い検査対照部分についてはX線透過量が過剰となり飽和状態に達してしまうという現象が生じる。

そこで、本第6実施形態の接合検査方法では、撮像する時間、換言すると画像の蓄積時間を変化させて、両者ともそれぞれ適切な透視画像を得て、これらの画

像を合成することで、上述のような厚みが極端に異なる検査対象部分についても接合検査を可能にする手法を採る。

例えば図24に示す接合検査方法のステップ161～171は、それぞれ、図17を参照して説明した上記第3実施形態の接合検査方法におけるステップ101～111に対応しており、又、図22を参照して説明した上記第4実施形態の接合検査方法におけるステップ121～131に対応しており、ステップ161～163は、上述のステップ101～103、121～123の動作に同じであるのでここでの説明は省略する。

例えば上記第4実施形態の接合検査方法におけるステップ124に対応するステップ164にて、両面実装基板に対して上記蓄積時間を変化させて撮像を行い透視画像を得る。ステップ125に対応する、次のステップ165では、蓄積時間別の各画像について、第1接合部分5011の輪郭部分の明るさの段差をそれぞれ検出する。ステップ126に対応する、次のステップ166では、ステップ165にて得たそれぞれの明るさの段差の内、最大の段差を有する蓄積時間の透視画像に対して、上記一方位位置516及び他方位位置517の位置情報を用いて領域を分割する。以後のステップ167～171は上述のステップ107～111、127～131の動作に同様であるので、ここでの説明は省略する。

又、図25に示す接合検査方法のステップ181～191は、それぞれ、図23を参照して説明した上記第3実施形態の接合検査方法におけるステップ141～151に対応しており、ステップ181～183は、上述のステップ141～143の動作に同じであるのでここでの説明は省略する。

上記第5実施形態の接合検査方法におけるステップ144に対応するステップ184にて、両面実装基板に対して上記蓄積時間を変化させて撮像を行い透視画像を得る。ステップ145に対応する、次のステップ185では、蓄積時間別の各画像について、第1接合部分5011の輪郭部分の明るさの下限ピーク値をそれぞれ検出する。ステップ146に対応する、次のステップ186では、ステップ185にて得たそれぞれの下限ピーク値の内、明るさレベルが最小である下限ピーク値を有する蓄積時間の透視画像に対して、上記一方位位置516及び他方位

置 5 1 7 の位置情報を用いて領域を分割する。以後のステップ 1 8 7 ~ 1 9 1 は上述のステップ 1 4 7 ~ 1 5 1 の動作に同様であるので、ここでの説明は省略する。

5 このように第 6 実施形態の接合検査方法によれば、上述した第 3 実施形態の接合検査方法から第 5 実施形態の接合検査方法にて得られる効果を奏する他、さらに、検査対象の基板内における接合部分の厚みが増加する場合であっても接合検査の信頼性を保証することができる。

10 又、上述の各実施形態では、最大、第 1 面 4 2 1 a 及び第 2 面 4 2 1 b に電子部品が存在する場合について説明したが、本発明は、さらに 3 層以上の各層に電子部品が存在するような場合にも適用可能である。例えば 3 層のそれぞれに電子部品が存在する場合、図 2 6 に示すように、上記分割線 5 1 8 に相当する、それぞれの接合部分の重複部分における分割線は最大 3 本になる。そして上述した第 3 ~ 第 5 の各実施形態と同様に、各領域毎に 2 値化レベルを求め、その結果、得られた 2 値画像に基づいて本来求めたい画像を得る。

15 本発明は、添付図面を参照しながら好ましい実施形態に関連して十分に記載されているが、この技術の熟練した人々にとっては種々の変形や修正は明白である。そのような変形や修正は、添付した請求の範囲による本発明の範囲から外れない限りにおいて、その中に含まれると理解されるべきである。

請 求 の 範 囲

1. 部材間の接合部分に照射条件を不変として放射線を照射する照射部（1 1 1）と、

上記接合部分を透過した上記放射線を可視光に変換するシンチレータ（1 1 5）と、

上記シンチレータから発した上記接合部分の透視画像について蓄積時間を異ならせて複数回の撮像を行う撮像装置（1 2 0）と、

上記撮像装置から供給される、上記蓄積時間の互いに異なる複数の上記接合部分の透視画像について、上記透視画像における明るさの濃度と上記接合部分の厚みとの関係に基づいてそれぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像に対応して副厚さ画像を作成する副厚さ画像生成装置（1 2 1）と、

複数の上記副厚さ画像を加算して上記接合部分の厚さ合成画像を作成する合成画像生成装置（1 2 1）と、

を備え、上記接合部分の接合検査を行う接合検査装置。

2. 上記合成画像生成装置は、上記複数の副厚さ画像からそれぞれ有効部分のみを抽出し該有効部分を集めて厚さ合成画像を作成する、請求項 1 記載の接合検査装置。

3. 上記画像生成装置は、上記接合部分が上記放射線の照射方向に沿って一つ存在するとき、それぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像に対応して第 1 副厚さ画像を作成するとともに、さらに上記接合部分が上記放射線の照射方向に沿って重なり合って複数存在するとき、上記接合部分が重なり合った状態における、それぞれの上記蓄積時間の異なるそれぞれの上記透視画像に対応して第 2 副厚さ画像を作成し、

上記合成画像生成装置は、複数の上記第 1 副厚さ画像を加算して第 1 厚さ合成画像を作成するとともに、複数の上記第 2 副厚さ画像を加算して第 2 厚さ合成画像を作成し、上記第 2 厚さ合成画像から上記第 1 厚さ合成画像を差し引いて上記

厚さ合成画像を作成する、請求項 1 記載の接合検査装置。

4. 上記接合部分が板状体において対向する一方及び他方の面に存在するとき、上記画像生成装置にて作成される、上記第 1 厚さ合成画像は上記一方の面における上記接合部分に対応し、上記第 2 厚さ合成画像は上記一方及び他方の両面における上記接合部分に対応し、上記合成画像生成装置は、上記第 2 厚さ合成画像から上記第 1 厚さ合成画像を差し引くことで上記他方の面における上記接合部分における厚さ合成画像が求まる、請求項 3 記載の接合検査装置。

5. 上記合成画像生成装置は、複数の上記第 1 副厚さ画像からそれぞれ有効部分のみを抽出し該有効部分を集めて上記第 1 厚さ合成画像を作成し、かつ複数の上記第 2 副厚さ画像からそれぞれ有効部分のみを抽出し該有効部分を集めて上記第 2 厚さ合成画像を作成する、請求項 3 記載の接合検査装置。

6. 上記透視画像における上記明るさの濃度と上記接合部分の厚みとの上記関係を得るための部材であり、上記接合部分と同じ放射線透過率を有する材料にて製作した予め厚さの分かっている教示治具をさらに備えた、請求項 1 記載の接合検査装置。

7. 部材間の接合部分に照射条件を不変として放射線を照射して、上記接合部分を透過した上記放射線を可視光に変換し、

上記可視光が表す上記接合部分の透視画像について蓄積時間を異ならせて複数回の撮像を行い、

上記蓄積時間の互いに異なる複数の上記透視画像について、上記透視画像における明るさの濃度と上記接合部分の厚みとの関係に基づいてそれぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像に対応して複数の副厚さ画像を作成し、

上記複数の副厚さ画像を加算して厚さ合成画像を作成し、上記接合部分の接合検査を行う、

接合検査方法。

8. 上記厚さ合成画像を作成する際、上記複数の副厚さ画像からそれぞれ有効部分のみを抽出し該有効部分を集めて上記厚さ合成画像を作成する、請求項 7 記載の接合検査方法。

9. 上記接合部分が上記放射線の照射方向に沿って重なり合って複数存在するとき、

上記副厚さ画像の作成動作は、

まず、上記接合部分が上記放射線の照射方向に沿って一つ存在する状態において、上記複数の第1副厚さ画像を作成し、

次に、上記接合部分が上記放射線の照射方向に沿って重なり合って複数存在する状態において、上記蓄積時間の異なる複数の第2副厚さ画像を作成し、

上記厚さ合成画像の作成動作は、

上記複数の第1副厚さ画像を加算して第1厚さ合成画像を作成するとともに、上記複数の第2副厚さ画像を加算して第2厚さ合成画像を作成し、

次に、上記第2厚さ合成画像から上記第1厚さ合成画像を差し引く、
請求項7記載の接合検査方法。

10. 複数の上記第1副厚さ画像からそれぞれ有効部分のみを抽出し該有効部分を集めて上記第1厚さ合成画像を作成し、

複数の上記第2副厚さ画像からそれぞれ有効部分のみを抽出し該有効部分を集めて上記第2厚さ合成画像を作成する、請求項9記載の接合検査方法。

11. 部材間の接合部分に照射条件を不変として放射線を照射して、上記接合部分を透過した上記放射線を可視光に変換する処理、

上記可視光が表す上記接合部分の透視画像について蓄積時間を異ならせて複数回の撮像を行う処理、

上記蓄積時間の互いに異なる複数の上記透視画像について、上記透視画像における明るさの濃度と上記接合部分の厚みとの関係に基づいてそれぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像に対応して複数の副厚さ画像を作成する処理、

上記複数の副厚さ画像を加算して厚さ合成画像を作成する処理、
をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

12. 上記厚さ合成画像を作成する際、上記複数の副厚さ画像からそれぞれ有

効部分のみを抽出し該有効部分を集めて上記厚さ合成画像を作成する処理をさらにコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した、請求項 1 1 記載の記録媒体。

1 3. 上記接合部分が板状体において対向する一方及び他方の面に存在するとき、

上記副厚さ画像を作成する処理は、

上記一方の面に存在する上記接合部分について、それぞれの上記蓄積時間におけるそれぞれの上記透視画像に対応して第 1 副厚さ画像を作成する処理と、

上記放射線の照射方向に沿って重なり合って上記一方及び他方の両面に存在する上記接合部分について、上記接合部分が重なり合った状態における、それぞれの上記蓄積時間の異なるそれぞれの上記透視画像に対応して第 2 副厚さ画像を作成する処理とを備え、

上記厚さ合成画像を作成する処理は、

複数の上記第 1 副厚さ画像を加算して第 1 厚さ合成画像を作成する処理と、

複数の上記第 2 副厚さ画像を加算して第 2 厚さ合成画像を作成する処理と、

上記第 2 厚さ合成画像から上記第 1 厚さ合成画像を差し引いて上記他方の面に存在する上記接合部分の厚さ合成画像を作成する処理とを備え、

これらの処理をさらにコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した、請求項 1 1 記載の記録媒体。

1 4. 接合部分に放射線を照射する照射装置 (4 1 1) と、

上記接合部分を透過した上記放射線を可視光に変換するシンチレータ (4 1 2) と、

上記シンチレータから発した上記接合部分の透視画像の撮像を行う撮像装置 (4 1 3) と、

第 1 接合部分 (5 0 1 1) を有する検査対象物 (4 2 1、4 2 2) の厚み方向において上記第 1 接合部分と互いに重複する重複部分 (5 0 1 3) を有して第 2 接合部分 (5 0 1 2) が存在する上記検査対象物にて、上記撮像装置から供給される、重複状態にある上記第 1 接合部分及び上記第 2 接合部分の透視画像に基づ

いて明るさ情報を作成し、該明るさ情報に基づいて上記第2接合部分のみの画像を作成する画像作成装置（451）と、

を備えた接合検査装置。

15. 上記画像作成装置は、上記検査対象物に上記第1接合部分のみが存在するときの該第1接合部分の透視画像における基準明るさレベル（A）よりも明側の明側レベル（ $A + \alpha$ ）及び暗側の暗側レベル（ $A - \beta$ ）にて、上記明るさ情報をそれぞれ2値化して上記第2接合部分のみの画像を作成する、請求項14記載の接合検査装置。

16. 上記画像作成装置は、上記明るさ情報を2値化して得られる、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像と、上記明側レベルにて2値化して得られる上記第1接合部分のみの画像と、上記暗側レベルにて2値化して得られる上記重複部分の画像とをともに、上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像から上記第1接合部分のみの画像を削除し、削除後の画像に上記重複部分の画像を加えて上記第2接合部分のみの画像を作成する、請求項15記載の接合検査装置。

17. 上記画像作成装置は、上記第1接合部分の透視画像に基づいて該第1接合部分の輪郭位置情報を求め、上記明るさ情報と上記輪郭位置情報とに基づいて上記第2接合部分のみの画像を作成する、請求項14記載の接合検査装置。

18. 上記画像作成装置は、上記明るさ情報を用いて上記輪郭位置情報が示す輪郭位置における明るさの変化を検出して、該変化が他と異なる上記重複部分の輪郭区間における一方位置（516）及び他方位置（517）の各位置情報を求めて該位置情報から上記一方位置及び他方位置を通る分割線（518）情報を求め、該分割線で分割された、上記第1接合部分を含む第1領域（519）及び上記第2接合部分を含む第2領域（520）のそれぞれの領域にて2値化レベルを変化させて上記明るさ情報から上記第2接合部分のみの画像を作成する、請求項17記載の接合検査装置。

19. 上記分割された上記第1接合部分を含む第1領域における上記画像作成装置にて作成される上記2値化レベルは、上記重複部分のみを抽出するレベルで

あり、上記第2接合部分を含む第2領域における上記2値化レベルは、上記一方位位置及び他方位位置の各位置情報を求める際に得られた第2接合部分の明るさレベルである、請求項18記載の接合検査装置。

20. 上記画像作成装置は、上記一方位位置及び他方位位置の各位置情報を上記明るさのピーク値に基づいて求める、請求項18記載の接合検査装置。

21. 上記撮像装置は、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の撮像を、画像の蓄積時間を変化させて行う、請求項14記載の接合検査装置。

22. 上記撮像装置は、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の撮像を、画像の蓄積時間を変化させて行い、上記画像作成装置は、異なる上記蓄積時間毎における各透視画像の各明るさ情報の中から上記明るさ変化が最大になる明るさ情報を用いて上記重複部分の輪郭区間の上記一方位位置及び他方位位置を求める、請求項18記載の接合検査装置。

23. 上記画像作成装置は、上記一方位位置及び他方位位置の各位置情報を上記明るさのピーク値が最大となる明るさ情報に基づいて求める、請求項22記載の接合検査装置。

24. 第1接合部分(5011)を有する検査対象物(421、422)の厚み方向において上記第1接合部分と互いに重複する重複部分(5013)を有して第2接合部分(5012)が存在する上記検査対象物に対して放射線を照射し、該検査対象物を透過した上記放射線を可視光に変換し、

可視光に変換されて得られる、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の透視画像に基づいて明るさ情報を作成し、

該明るさ情報に基づいて上記第2接合部分のみの画像を作成する、
接合検査方法。

25. 上記第2接合部分のみの画像作成は、

上記明るさ情報を2値化して、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像を得て、

上記検査対象物に上記第1接合部分のみが存在するときの該第1接合部分の透視画像における基準明るさレベル(A)よりも明側の明側レベル(A+α)にて

上記明るさ情報を2値化して上記第1接合部分のみの画像を得て、

上記基準明るさレベルよりも暗側の暗側レベル ($A - \beta$) にて上記明るさ情報を2値化して上記重複部分の画像を得て、

上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像から上記第1接合部分のみの画像を削除し、削除後の画像に上記重複部分の画像を加えて上記第2接合部分のみの画像を作成することでなされる、

請求項24記載の接合検査方法。

26. 上記第2接合部分のみの画像作成は、

上記明るさ情報を用いて、上記第1接合部分の透視画像に基づいて該第1接合部分の輪郭位置情報を求め、

上記輪郭位置情報が示す輪郭位置における明るさの変化を検出して、

該変化が他と異なる上記重複部分の輪郭区間の一方位置 (516) 及び他方位置 (517) の各位置情報を求め、

該位置情報から上記一方位置及び他方位置を通る分割線 (518) 情報を求め、

該分割線で分割された、上記第1接合部分を含む第1領域 (519) では上記重複部分のみを抽出するレベルにて2値化を行い、上記第2接合部分を含む第2領域 (520) では上記一方位置及び他方位置の各位置情報を求める際に得られた第2接合部分の明るさレベルにて2値化を行い、上記明るさ情報から上記第2接合部分のみの画像を作成することでなされる、

請求項24記載の接合検査方法。

27. 上記一方位置及び他方位置の各位置情報を上記明るさのピーク値に基づいて求める、請求項26記載の接合検査方法。

28. 上記重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の撮像を、画像の蓄積時間を変化させて行う、請求項24記載の接合検査方法。

29. 第1接合部分 (5011) を有する検査対象物 (421、422) の厚み方向において上記第1接合部分と互いに重複する重複部分 (5013) を有して第2接合部分 (5012) が存在する上記検査対象物に対して放射線を照射させる処理と、

上記検査対象物を透過した上記放射線を可視光に変換して得られる、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の透視画像に基づいて明るさ情報を作成する処理と、

該明るさ情報に基づいて上記第2接合部分のみの画像を作成する処理と、
5 コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能記録媒体。

30. 上記第2接合部分のみの画像作成処理は、

上記明るさ情報を2値化して、重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像を得る処理と、

10 上記検査対象物に上記第1接合部分のみが存在するときの該第1接合部分の透視画像における基準明るさレベル(A)よりも明側の明側レベル($A + \alpha$)にて上記明るさ情報を2値化して上記第1接合部分のみの画像を得る処理と、

上記基準明るさレベルよりも暗側の暗側レベル($A - \beta$)にて上記明るさ情報を2値化して上記重複部分の画像を得る処理と、

15 上記第1接合部分及び上記第2接合部分の画像から上記第1接合部分のみの画像を削除し、削除後の画像に上記重複部分の画像を加えて上記第2接合部分のみの画像を作成する処理と、

をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した、請求項29記載のコンピュータ読取可能記録媒体。

20 31. 上記第2接合部分のみの画像作成処理は、

上記明るさ情報を用いて、上記第1接合部分の透視画像に基づいて該第1接合部分の輪郭位置情報を求める処理と、

上記輪郭位置情報が示す輪郭位置における明るさの変化を検出する処理と、

25 該変化が他と異なる上記重複部分の輪郭区間の一方位置(516)及び他方位置(517)の各位置情報を求める処理と、

該位置情報から上記一方位置及び他方位置を通る分割線(518)情報を求める処理と、

該分割線で分割された、上記第1接合部分を含む第1領域(519)では上記

重複部分のみを抽出するレベルにて2値化を行い、上記第2接合部分を含む第2領域（520）では上記一方位置及び他方位置の各位置情報を求める際に得られた第2接合部分の明るさレベルにて2値化を行い、上記明るさ情報から上記第2接合部分のみの画像を作成する処理と、

5 をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した、請求項29記載のコンピュータ読取可能記録媒体。

32. 上記第2接合部分のみの画像作成処理は、

 上記明るさ情報を用いて、上記第1接合部分の透視画像に基づいて該第1接合部分の輪郭位置情報を求める処理と、

 上記輪郭位置情報が示す輪郭位置における明るさのピーク値を検出する処理と、
 検出したピークを、上記重複部分の輪郭区間の一方位置（516）及び他方位置（517）とし、該一方位置及び他方位置の各位置情報を求める処理と、

 該位置情報から上記一方位置及び他方位置を通る分割線（518）情報を求める処理と、

15 該分割線で分割された、上記第1接合部分を含む第1領域（519）では上記重複部分のみを抽出するレベルにて2値化を行い、上記第2接合部分を含む第2領域（520）では上記一方位置及び他方位置の各位置情報を求める際に得られた第2接合部分の明るさレベルにて2値化を行い、上記明るさ情報から上記第2接合部分のみの画像を作成する処理と、

20 をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した、請求項29記載のコンピュータ読取可能記録媒体。

33. 上記重複状態にある上記第1接合部分及び上記第2接合部分の上記透視画像における上記明るさ情報の作成処理は、上記第1接合部分及び上記第2接合部分の撮像を、画像の蓄積時間を変化させて行うことをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した、請求項29記載のコンピュータ読取可能記録媒体。

25

要 約 書

プリント基板（４２１）の片面のみに電子部品（４２２）を実装したときの第
5 1 接合部分のX線透視画像における明るさの例えば平均値にてなる明るさ情報を
得る。次に両面実装された基板のX線透視画像について、上記明るさ情報を基準
にその前後のレベルにて２値化画像を作成し、各２値化画像を合成して第２接合
部分のみの画像を抽出する。このように両面実装基板のX線透視画像に基づいて
第２接合部分のみの画像を得ることができ、接合検査精度を従来に比べ向上させ
10 ることができる。又、接合部のX線透視画像における濃淡と上記接合部の厚みと
の関係を予め求めておき、画像蓄積時間の異なる複数のX線透視画像について上
記関係に基づいて複数の厚さ画像を得る。これらの画像を合成して接合部の検査
を行なうこともできる。